

**ANALISIS DOSIS SERAP RADIASI PADA PERBEDAAN DIMENSI
DAN BENTUK LAPANGAN PENYINARAN BERKAS RADIASI
FOTON 6 MV**

Oleh,

Hieronimus Honorius Lada

NIM: 642014801

TUGAS AKHIR

**Diajukan kepada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Matematika guna memenuhi
sebagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Program Studi Fisika



FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS KRISTEN SATYA WACANA

SALATIGA

2016



PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Hieronimus Honorius Lada
NIM : 642014801 Email : 642014801@student.uksw.edu
Fakultas : Sains dan Matematika Program Studi : Fisika
Judul tugas akhir : Analisis Dosis Serap radiasi pada perbedaan dimensi dan bentuk lapangan penyinaran berkas radiasi foton 6 MV
Pembimbing : 1. Dr. Suryasatriya Trihandaru, S.Si., M.Sc.nat.
2. Giner Maslebu, S.Si..M.Sc
3. Sanggam Ramantisan S.Si..Msc

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, sertasanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen SatyaWacana.



Salatiga, 15 Agustus 2016

Hieronimus Honorius Lada



PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hieronimus Honorius Lada
NIM : 642014801 Email : 642014801@student.uksw.edu
Fakultas : Sains dan Matematika Program Studi : Fisika
Judul tugas akhir : Analisis Dosis Serap radiasi pada perbedaan dimensi dan bentuk lapangan penyinaran
berkas radiasi foton 6 MV

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

- ☒ a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA
- ☐ b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA**

* Hak yang tidak terbatasnya bagi satu pihak saja. Pengajar, peneliti, dan mahasiswa yang menyerahkan hak *non-eksklusif* kepada Repositori Perpustakaan Universitas saat mengumpulkan hasil karya mereka masih memiliki hak copyright atas karya tersebut.

** Hanya akan menampilkan halaman judul dan abstrak. Pilihan ini harus dilampiri dengan penjelasan/ alasan tertulis dari pembimbing TA dan diketahui oleh pimpinan fakultas (dekan/kaprodi).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Salatiga, 15 Agustus 2016

1956

Mengetahui,

Hieronimus Honorius Lada
Tanda tangan & nama terang mahasiswa

Dr. Suryasatriya Trihandaru, S.Si., M.Sc.nat
Tanda tangan & nama terang pembimbing I

Giner Maslebu, S.Si, M.Sc
Tanda tangan & nama terang pembimbing II

Sanggam Ramantisan, S.Si, M.Sc
Tanda tangan & nama terang pembimbing III

ANALISIS DOSIS SERAP RADIASI PADA PERBEDAAN DIMENSI DAN BENTUK
LAPANGAN PENYINARAN BERKAS RADIASI FOTON 6 MV

Oleh,

Hieronimus Honorius Lada

NIM: 642014801

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Matematika guna memenuhi sebagian dari
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Disetujui oleh,

Pembimbing Utama

Dr. Suryasatriya Trihandaru, S.Si., M.Sc.nat.

Pembimbing Pendamping 1.

Giner Maslebu, S.Si. M.Sc

Pembimbing pendamping 2

Sanggam Ramantisan, S.Si. M.Sc

Diketahui oleh,

Kaprodi

Diane Novian dini, S.Pd., M.Pd.

Disahkan oleh,

Dekan

Dr. Suryasatriya Trihandaru, S.Si., M.Sc.nat.

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS KRISTEN SATYA WACANA

SALATIGA

2016

1. Pendahuluan

Dosis serap radiasi biasanya diukur dalam *water phantom* atau *solid phantom* yang dibuat secara khusus, sehingga be-berapa karakteristik radiasi seperti hamburan dan serapan menyerupai jaringan lunak dan jaringan otot yang ada dalam tubuh manusia. Dosis serap radiasi pada pasien biasanya bervariasi tergantung pada energi, luas lapangan, kedalaman, dan jarak dari sumber radiasi [1], Kalkulasi dosis pada *water phantom* atau *solid phantom* melibatkan parameter-parameter tersebut diatas.

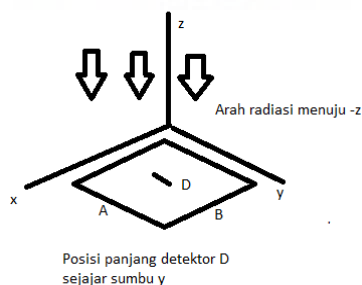
Geometri suatu bidang diproyeksikan tegak lurus terhadap sumbu sinar. Luasan ini didefinisikan pada jarak terhadap sumber yang telah ditentukan sebelumnya seperti *source surface distance* (SSD) atau *source axis distance* (SAD)[1]. Untuk luas lapangan yang relatif kecil, dosis serap pada titik di kedalaman dosis tertentu, secara efektif dianggap sebagai hasil dari radiasi primer, dimana radiasi foton akan melewati medium tanpa adanya interaksi [2]. Kontribusi dari hamburan foton pada kedalaman dosis pada keadaan ini dianggap kecil (nol). Ketika ukuran luas lapangan diperbesar, kontribusi radiasi hambur (scattered) pada dosis serap meningkat [2].

Data persentasi dosis serap terhadap kedalaman biasanya ditabulasikan dalam luasan berbentuk persegi. Pada prakteknya secara klinis, banyak proses *treatment* yang melibatkan bentuk persegi panjang dan bentuk bentuk tidak teratur lainnya. Untuk itu di-bu-tuh-kan sebuah sistem yang mengkonversikan bentuk-bentuk tersebut kedalam bentuk persegi yang digunakan sebagai standard. Luasan berbentuk persegi ini dikenal sebagai luas ekuivalen, L_{ek} . L_{ek} memberikan hasil perhitungan dosis yang sebanding dengan luasan lain yang ber- bentuk persegi panjang ataupun bentuk-bentuk lainnya.

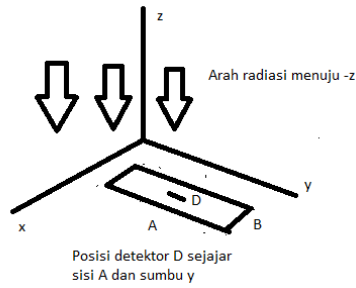
Pada studi ini dilakukan pengukuran dosis serap pada setiap bidang segi empat dengan bentuk dan ukuran yang berbeda-beda, dengan luasan yang sama, pada kedalaman dosis maksimum D_{max} , dengan tujuan untuk mengetahui berapa besarnya perubahan dosis serap akibat perubahan bentuk dan dimensi lapangan dengan luasan yang sama. Pada percobaan ini juga akan dianalisa pengaruh perbedaan posisi panjang detektor yang sejajar maupun yang tegak lurus dengan panjang sisi lapangan.

2. Metode

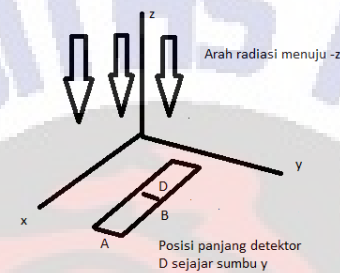
Dalam melakukan percobaan, posisi bidang dengan luas lapangan yang berbeda-beda disusun seperti gambar dibawah ini, dengan posisi panjang detektor sejajar dengan sisi A dan sumbu y.



Gambar 2.1. Posisi detektor D, bidang dan arah radiasi pada saat proses pengukuran



Gambar 2.2. posisi detektor D, ketika panjang sisi A dan B diubah-ubah ukurannya, ukuran panjang A lebih besar dari B

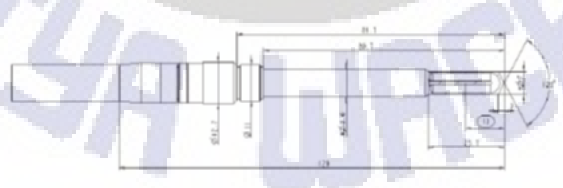


Gambar 2.3. posisi detektor D, ketika panjang sisi A dan B diubah-ubah ukurannya, ukuran panjang B lebih besar dari A

proses pengukuran dilakukan dengan menggunakan radiasi photon sinar-X 6MV pada *solid phantom* dengan menggunakan detektor kamar ionisasi tipe Farmer FC65-G.



Gambar 2.4 Detektor Farmer FC65-G



Gambar 2.5 Detektor Ionisation chamber tipe Farmer FC65-G, beserta dimensinya (sumber : Technical description Farmer type FC65-G. www.iba-ar.com)

Beberapa fitur dimensi aktif dari detektor tersebut antara lain:

- Volume 0.65 cm^3
- Panjang total 23.1 mm
- Diameter dalam silinder 6.2 mm

Dalam proses perhitungannya. luas lapangan yang digunakan dalam proses pengukuran dikonversikan kedalam luasan ekuivalen berbentuk persegi. Untuk itu, Pertama-tama dihitung rasio luas terhadap keliling (A_p) dengan menggunakan persamaan (2.1) :

$$A_p = \frac{A \times B}{2A + 2B} \quad (2.1)$$

A dan B merupakan panjang dan lebar [2], L_{ek} yang berbentuk persegi diperoleh dengan mencari panjang sisi A yang memiliki rasio A_p sehingga L_{ek} dapat diperoleh dengan persamaan (2.2) :

$$L_{ek} = A^2 = 16A_p^2 \quad (2.2)$$

dengan $A=B$ untuk bentuk persegi.

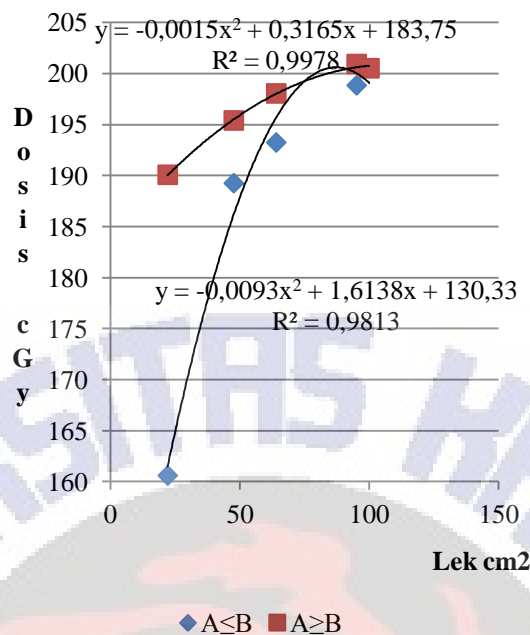
Hasil perhitungan dengan menggunakan luas ekuivalen kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran dosis yang ada di lapangan, selanjutnya dicari Faktor koreksi dari dosis serap dari masing-masing luas lapangan yang diukur pada percobaan dengan cara membandingkan besarnya dosis serap setiap luas lapangan yang diukur dengan luas lapangan standard berbentuk bujur sangkar berukuran $10 \times 10 \text{ cm}^2$ [1].

Faktor koreksi, F_k dapat dihitung dengan persamaan (2.3), dengan D_s adalah dosis standar pada ukuran $10 \times 10 \text{ cm}^2$ dan D_t adalah dosis yang terukur

$$F_k = \frac{D_s}{D_t} \quad (2.3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

L_{ek} dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.1), dan (2.2), dengan Grafik perbandingan L_{ek} dengan dosis serap yang diukur pada percobaan dapat ditampilkan seperti pada Gambar 3.1. Dari tampilan grafik pada Gambar 3.1 diketahui bahwa posisi detektor dalam proses pengukuran dosis serap radiasi menggunakan lapangan dengan panjang sisi yang berbeda-beda menghasilkan nilai yang berbeda. Pada pengukuran dengan posisi sisi panjang detektor yang tidak sejajar dengan sisi panjang dari lapangan penyinaran akan menyebabkan penurunan nilai dosis serap radiasi yang terukur. Meskipun memiliki luas lapangan yang sama, dosis serap dari masing-masing ukuran dan bentuk lapangan berdasarkan perbandingan panjang A dan B memiliki nilai yang berbeda-beda. Grafik pada Gambar 3.1 juga menunjukkan respon detektor terhadap L_{ek} yang sama namun posisi panjang detektor terhadap panjang sisi lapangan yang berbeda. Dari kedua kurva tersebut, ketika panjang $A \geq B$, dosis serap yang terukur di setiap titik pada grafik diatas lebih besar jika dibandingkan dengan luasan dengan panjang $A \leq B$. Keadaan tersebut disebabkan karena ada sebagian volume sensitive detektor yang tidak terkena radiasi, sehingga dosis yang terkumpul pada detektor tersebut juga berkurang. karena itu sebaiknya posisi terbaik untuk pengukuran menggunakan lapangan dengan sisi yang berbeda, posisi sisi panjang detektor harus sejajar dengan sisi panjang lapangan penyinaran. Analisa lebih lanjut mengenai perbedaan ukuran panjang A dan B dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.



Gambar 3.1. Kurva perbandingan Dosis Serap Radiasi terhadap luas ekuivalen

Tabel 3.1. Perbandingan panjang sisi, luas lapangan, L_{ek} , dosis serap dan faktor koreksi, pada pengukuran dengan panjang detektor sejajar dengan panjang sisi lapangan.

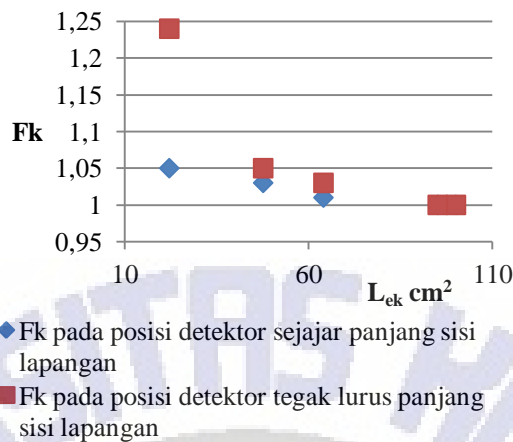
Sisi A	Sisi B	Luas Lapangan	Luas Ekuivalen	dosis Serap	faktor koreksi
10	10	100	100	200.51	1
12.5	8	100	95.06	200.92	1
20	5	100	64	198.04	1.01
25	4	100	47.61	195.39	1.03
40	2.5	100	22.09	190.07	1.05

Tabel 3.2 Perbandingan panjang sisi, luas lapangan, L_{ek} , dosis serap dan faktor koreksi pada pengukuran dengan panjang detektor tegak lurus dengan panjang sisi lapangan.

Sisi A	Sisi B	Luas Lapangan	Luas Ekuivalen	Dosis Serap	Faktor Koreksi
10	10	100	100	200.51	1
8	12.5	100	95.06	198.83	1
4	25	100	64	193.23	1.03
5	20	100	47.61	189.24	1.05
2.5	40	100	22.09	160.59	1.24

Tabel 3.1 tersebut menunjukkan bahwa ukuran sebenarnya dari lapangan penyinaran tidak sama dengan luas L_{ek} (persamaan 2.1, persamaan 2.2). semakin besar rasio panjang dan lebarnya maka semakin kecil luas L_{ek} . Oleh karena itu diperlukan faktor koreksi untuk L_{ek} tersebut, agar hasil perhitungan dosis serap tetap sama. Faktor koreksi yang telah di-hi-tu-ng

dengan persamaan 2.3 dibandingkan dengan L_{ek} , dapat ditampilkan seperti pada kurva pada gambar 3.2



Gambar 3.2 perbandingan luas faktor koreksi dan luas ekuivalen

Dari gambar diatas menunjukan bahwa faktor koreksi berbanding terbalik dengan luas ekuivalen, hal ini menunjukan bahwa ketika luas ekuivalen semakin mendekati luas lapangan yang sebenarnya maka dosis serap radiasi semakin mendekati dosis serap radiasi pada luas lapangan standard 10×10 (persamaan 2.3).

4. Kesimpulan

Pada perbandingan antara posisi detektor sejajar dan tegak lurus dengan panjang sisi lapangan penyinaran dengan luasan yang sama, posisi panjang detektor yang sejajar dengan panjang sisi lapangan memberikan hasil pengukuran yang lebih besar dengan po-si-si detektor yang tegak lurus dengan panjang sisi lapangan.

Semakin besar perbedaan ukuran panjang dan lebar lapangan penyinaran radiasi, dosis serap yang terukur semakin kecil karena luas ekuivalennya semakin kecil.

Saran untuk penelitian selanjutnya bisa mengambil orientasi sudut sebagai bagian dari analisis untuk mendapatkan dosis serap yang sebanding.

5. Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pak Suryasatriya Trihandaru, pak Giner Maslebu, dan pak Sanggam Ramantisan yang telah membantu dalam proses peng-ambilan data ini hingga terselesainya proses penulisan ini, juga buat teman-teman kru bagian Radioterapi RS Ken Saras yang telah membantu dalam penelitian ini.

6. Referensi

- [1] Khan, Faiz M. The physics of radiation therapy. Williams & Wilkins. Baltimore USA.
- [2] Bentel GC (ed) (1996) Radiation therapy planning, 2nd edn. McGraw-Hill, New York

[3] Powers WE, Kinzie JJ, Demidecki AJ, et al. A new system of field shaping for external-beam radiation therapy. Radiology 1973; 108:407.

[4] Earl JD, Bagshaw MA. A rapid method for preparation of complex field shapes. Radiology 1967;88:1162

[5] N. Demir, Z.N.Kuluosturk. Investigation of energy deposition and dose distribution on collimator under photon beam, ICCESN 2015

[6] J.U Wuerfel. Dose Measurement in Small Field, Medical physics international journal, vol.1,2013

[7] BJR (1996) Central axis depth dose data for use in radiotherapy. Br J Radiol (Suppl 25)

[8] Cunningham JR (1972) Scatter-air ratios. Phys Med Biol 17:42–51

